

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

RELATIVE RANK ANALYZING SYSTEM FOR DATA DRIVING TYPE PROCESSOR

Patent Number: JP3037780
Publication date: 1991-02-19
Inventor(s): NAITOU HIROMIKI
Applicant(s):: SHARP CORP
Requested Patent: ☐ JP3037780
Application Number: JP19890172578 19890704
Priority Number(s):
IPC Classification: G06F15/82
EC Classification:
Equivalents: JP2554169B2

Abstract

PURPOSE: To generate an execution object at a high speed by bringing each intermediate object to relative ranking in advance.

CONSTITUTION: Plural source programs 1 which are divided and generated are compiled to intermediate objects 2 shown by a flow graph, respectively, and a variable giving means gives a variable corresponding to its rank value to a node of the head of the flow graph shown by the intermediate object 2. Subsequently, a relative rank value giving means discriminates the number of arcs inputted to a node with regard to the node after the head, compares rank values of the node immediately before and gives a relative rank value to its node or the arc. Also, at the time of linking the intermediate object 2, a registering means registers an absolute rank value corresponding to the execution sequence of the head node to a variable, therefore, the absolute rank value of all the nodes is determined immediately. In this regard, the variable giving means, the relative rank value giving means and the registering means are softwares. In such a way, the rank analysis becomes unnecessary and the execution object can be generated at a high speed.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-37780

⑬ Int.Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)2月19日

G 06 F 15/82

8724-5B

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 データ駆動型プロセッサの相対ランク解析方式

⑯ 特 願 平1-172578

⑰ 出 願 平1(1989)7月4日

⑱ 発 明 者 内 藤 裕 幹 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社
内

⑲ 出 願 人 シヤープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑳ 代 理 人 弁理士 青山 葆 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

データ駆動型プロセッサの相対ランク解析方式

2. 特許請求の範囲

(1) 分割して作成された複数のソースプログラムを夫々中間オブジェクトにコンパイルし、プログラムを構成するノードを同時実行可能なものを横方向の同一のランクに配して実行順に縦方向に並べ、各ノードを互いにアークで結んでなる上記中間オブジェクトが表わすフローグラフをランク解析して各ノードの実行順序を決定するとともに、これらの中間オブジェクトを1つにリンクして実行オブジェクトを生成するデータ駆動型プロセッサにおいて、

上記中間オブジェクトが表わすフローグラフの先頭のノードにそのランク値に対応する変数を与える変数付与手段と、先頭以降のノードについてそのノードに入力するアーク数を判別し、入力アーク数が1のときあるいは入力アーク数が2で直前のノードのランク値が互いに等しいとき、直前

のノードのランク値に1を加えた値をそのノードに与え、入力アーク数が2で直前のノードのランク値が互いに等しくないとき、直前のノードのランク値のうち大きい方の値に1を加えた値をそのノードに与え、入力アーク数が3以上のとき、直前の各ノードのランク値を夫々のアークに与える相対ランク値付与手段と、中間オブジェクトのリンク時に、各中間オブジェクトの先頭ノードの実行順序に対応した絶対ランク値を上記変数付与手段の変数として置数する置数手段を備えて、実行オブジェクト生成の高速化を図ったことを特徴とするデータ駆動型プロセッサの相対ランク解析方式。

3. 発明の詳細な説明

〈産業上の利用分野〉

本発明は、高級言語で記述されたソースプログラムをフローグラフ形式のオブジェクトプログラムにコンパイルして実行する非ノイマン形のデータ駆動型プロセッサの相対ランク解析方式に関する。

〈従来技術〉

最近、多量データ高速処理の要請を満たすべく、逐次処理方式のノイマン形プロセッサに代わって、プログラム中のどの複数の命令でもその入力が増った時点で並列演算できるハードウェア構成になった非ノイマン形のデータ駆動型プロセッサが研究、開発され、実用化されつつある。

このデータ駆動型プロセッサは、第5図に示すように、高級言語で分割記述された複数のソースプログラム1, 1, …を、第2図のようなフローグラフの形で表わされた中間オブジェクトプログラム2, 2, …に夫々コンパイルし、これらの中間オブジェクトプログラム2, 2, …を同時にリンク解析しつつ1つにリンクして実行オブジェクトプログラム3を生成し、この実行オブジェクトプログラム3に基づいてデータ駆動方式の演算を行なっている。即ち、各中間オブジェクトプログラム2は、第2図に示すように、全ての入力が増った時点で演算を行って結果を出力する複数のノード x_1, x_2, \dots, x_{10} からなり、これらのノードを入

修正に関係のない他の中間オブジェクトプログラム全体に亘るリンク解析が必要となり、実行オブジェクトプログラム3の生成に長時間を要するという欠点がある。

そこで、本発明の目的は、各ソースプログラムをコンパイルする時点でその中間オブジェクトについて個々に相対リンク解析を行なうことによって、実行オブジェクトプログラムを高速に生成することができるデータ駆動型プロセッサの相対リンク解析方式を提供することである。

〈課題を解決するための手段〉

上記目的を達成するため、本発明のデータ駆動型プロセッサの相対リンク解析方式は、分割して作成された複数のソースプログラムを夫々中間オブジェクトにコンパイルし、プログラムを構成するノードを同時実行可能なものを横方向の同一のランクに配して実行順に縦方向に並べ、各ノードを互いにアークで結んでなる上記中間オブジェクトが表わすフローグラフをリンク解析して各ノードの実行順序を決定するとともに、これらの中間

力ノード x_1, x_2 を先頭にして、同時実行可能なものを横方向の同一ランクに配して実行順に縦方向に並べ、各ノードの入出力を互いにアークで結び、末尾に関数呼出しノード x_{10} を配して構成される。そして、このような構成の複数の中間オブジェクトプログラム2の入力ノードの入力アーク相互ならびに関数呼び出しノードの出力アーク相互を関係づけて一度にリンクし、かつ全ノードの絶対ランクを一度に決定して、1つの実行オブジェクトプログラム3を生成するのである。

〈発明が解決しようとする課題〉

ところが、上記従来のデータ駆動型プロセッサによる実行オブジェクトプログラムの作成方式は、分割記述された複数のソースプログラム1を夫々中間オブジェクトプログラム2にコンパイルし、これら複数の中間オブジェクトプログラム2を1つにリンクする時点で一括して全ノードのリンク解析(実行順序の決定)を行なっているため、1つのソースプログラム1だけを部分修正する場合でも、その中間オブジェクトプログラムのみならず

オブジェクトを1つにリンクして実行オブジェクトを生成するデータ駆動型プロセッサにおいて、上記中間オブジェクトが表わすフローグラフの先頭のノードにそのランク値に対応する変数を与える変数付与手段と、先頭以降のノードについてそのノードに入力するアーク数を判別し、入力アーク数が1のときあるいは入力アーク数が2で直前のノードのランク値が互いに等しいとき、直前のノードのランク値に1を加えた値をそのノードに与え、入力アーク数が2で直前のノードのランク値が互いに等しくないとき、直前のノードのランク値のうち大きい方の値に1を加えた値をそのノードに与え、入力アーク数が3以上のとき、直前の各ノードのランク値を各アークに与える相対リンク値付与手段と、中間オブジェクトのリンク時に、各中間オブジェクトの先頭ノードの実行順序に対応した絶対ランク値を上記変数付与手段の変数として置数する置数手段を備えて、実行オブジェクト生成の高速化を図ったことを特徴とする。

〈作用〉

分割して作成された複数のソースプログラムは、フローグラフで表わされる中間オブジェクトに夫々コンパイルされ、各中間オブジェクトに次の処理がなされる。変数付与手段は、中間オブジェクトが表わすフローグラフの先頭のノードにそのランク値に対応する変数を与える。次いで、相対ランク値付与手段は、先頭以降のノードについてそのノードに入力するアーク数を判別し、直前のノードのランク値と比較してそのノードまたはアークに相対ランク値を与える。即ち、入力アーク数が1、入力アーク数が2で直前のノードのランク値が互いに等しいときは、直前のノードのランク値に1を加えた値をそのノードに、入力アーク数が2で直前のノードのランク値が互いに等しくないときは、直前のノードのランク値のうち大きい方の値に1を加えた値をそのノードに、入力アーク数が3以上のときは、直前のノードのランク値を各アークに夫々相対ランク値として与える。こうして、各中間オブジェクトのフローグラフの各ノードに与えられた相対ランク値は、上記変数を

含んでいるが、中間オブジェクトのリンク時に置数手段が、先頭ノードの実行順に対応した絶対ランク値を上記変数に置数するので、全ノードの絶対ランク値が直ちに決まる。従って、1つのソースプログラムだけを部分修正する場合には、他のソースプログラムの中間オブジェクトのノードの相対ランク値は不変ゆえランク解析が不要となり、そのソースプログラムの中間オブジェクトのみをランク解析するだけで済むので、実行オブジェクトを高速に生成することができる。

〈実施例〉

以下、本発明を図示の実施例により詳細に説明する。

第1図は本発明の相対ランク解析方式を採用したデータ駆動型プロセッサの実行オブジェクトプログラム生成手順の一例を示している。このデータ駆動型プロセッサは、複数の中間オブジェクトプログラムのリンクとランク解析を同時に一括して行なっていた第5図の従来例と異なり、分割記述された複数のソースプログラム(以下、ソース

と略す)1, 1, ...を既に述べたフローグラフ(第2図参照)で記述される中間オブジェクトプログラム(以下、中間オブジェクトと略す)2, 2, ...に夫々コンパイルし、この時点で各中間オブジェクトを個々に相対的にランク解析した後、これらの中間オブジェクト2, 2, ...を1つの実行オブジェクト3にリンクするようになっている。

上記データ駆動型プロセッサは、相対ランク解析を行なうべく、変数付与手段、相対ランク値付与手段および置数手段を駆動プログラムの形でソフトウェアとして有する。

上記変数付与手段は、コンパイル時に与えられた中間オブジェクト2が表わす第2図のフローグラフにおいて、先頭の入力ノードx1およびx2に、そのランク値に対応する変数y1, y2およびy4を第3図の如く与える。また、上記相対ランク値付与手段は、先頭以降のノードx1, x3, ..., x10についてそのノードに入力するアーク数を判別し、かつ直前のノードのランク値と比較してそのノードまたはアークに次のように相対ランク値を与え

る。即ち、入力アーク数が1のときあるいは入力アーク数が2で直前のノードのランク値が互いに等しいときは、直前のノードのランク値に1を加えた値をそのノードに(第3, 4図のノードx3, x4, x5, x6, x8, x9参照)、入力アーク数が2で直前のノードのランク値が互いに等しくないときは、直前のノードのランク値のうち大きい方の値に1を加えた値をそのノードに(第3, 4図のノードx1, x3, x7, x5参照)、入力アーク数が3以上のときは、直前の各ノードのランク値を各アークに(第3, 4図のノードx10参照)夫々上記相対ランク値として与える。なお、第3図の右端の入力アーク数が3以上のノードx10は、最終演算結果を出力する関数呼出しノードであり、第3図の相対ランク値欄中の $y3 = y1 : y2$ は、右辺の値の大きい方に1を加えた値を相対ランク値たる左辺の値とすることを表わす。以上の変数付与手段と相対ランク値付与手段による処理は、第4図のフローチャートに示すようになる。

さらに、上記置数手段は、第1図に示す中間オ

プロジェクト2, 2, ...のリンク時に、各中間オブジェクトの先頭ノード($x1, x2$)の実行順序に対応した絶対ランク値を上記変数付与手段の変数($y1, y2, y4$)として置数する。すると、この置数によって、第3図に絶対ランク値のテーブルに基づいて、全ノードの絶対ランク値が単純計算により迅速に決定される。

上記構成のデータ駆動型プロセッサによる絶対ランク解析方式について、第4図のフローチャートを参照しつつ次に述べる。

分割作成されたソースは、ステップS1で、コンパイルによって各ノードの実行順序を示す第2図の如きフローグラフで記述される中間オブジェクトに翻訳される。次に、ステップS2でまず先頭の入力ノード $x1$ が取り出され、変数付与手段が2つの入力アークに絶対ランク値として変数 $y1, y2$ (第2, 3図参照)を与える。すると、絶対ランク値付与手段は、ステップS3で入力アーク数が2ゆえ肯と判断し、ステップS4で両入力アークが同一ランク値でないの否と判断して、入

力のランク値はどちらも $y3 + 1$ となるので、ステップS3, S4, S7と進んでこのノードの絶対ランク値は $y3 + 2$ となる。末尾のノード $x10$ は、入力アーク数が3以上の関数呼出しノードであるため、絶対ランク値付与手段は、ステップS3, S6, S8と進んで、直前の各ノード $x6, x7, x8, x9$ のランク値 $y3 + 2, y5, y3 + 2, y4 + 2$ を各入力アークの絶対ランク値として登録する。こうして、各中間オブジェクトの全ノードの絶対ランク値が第3図の如く決定され、第1図の絶対ランク解析が終了する。

最後に、第1図の中間オブジェクトの一括リンク時に、置数手段が各中間オブジェクトの先頭ノード $x1, x2$ に与えられていた変数 $y1, y2, y4$ に、実行順序に対応した絶対ランク値を置数し、これによって第3図の絶対ランク値テーブルに基づいて、全ノードの絶対ランク値が単純計算により迅速に決定される。

このように、上記実施例では、分割記述された複数のソースを中間オブジェクトに夫々コンパ

イルした時点で、各中間オブジェクトを個々に絶対ランク解析した後、これらの中間オブジェクトを簡易に絶対ランク付けしながら一括リンクして実行オブジェクトを作成するようにしている。1つのソースだけを部分修正する場合に、他のソースの中間オブジェクトの絶対ランク値は不変だから絶対ランク解析が不要となり、そのソースの中間オブジェクトのみを絶対ランク解析するだけで済むので、実行オブジェクトを従来例に比して格段に高速に生成することができる。

一方、ノード $x7$ は入力アーク数が2で直前のノード $x3, x5$ のランク値が $y3 + 1, y4 + 1$ と異なるため、絶対ランク値付与手段は、ステップS3, S4, S5と進んで未決定絶対ランク値 $y5 = y3 + 1 : y4 + 1$ をノード $x7$ に付与する。仮に、ノード $x7$ の入力アークがノード $x5$ の代わりにノード $x4$ につながっていたとすると、直前のノ

ードのランク値はどちらも $y3 + 1$ となるので、ステップS3, S4, S7と進んでこのノードの絶対ランク値は $y3 + 2$ となる。末尾のノード $x10$ は、入力アーク数が3以上の関数呼出しノードであるため、絶対ランク値付与手段は、ステップS3, S6, S8と進んで、直前の各ノード $x6, x7, x8, x9$ のランク値 $y3 + 2, y5, y3 + 2, y4 + 2$ を各入力アークの絶対ランク値として登録する。こうして、各中間オブジェクトの全ノードの絶対ランク値が第3図の如く決定され、第1図の絶対ランク解析が終了する。

なお、本発明が図示の実施例に限られないのはいうまでもない。

〈発明の効果〉

以上の説明で明らかなように、本発明のデータ駆動型プロセッサの絶対ランク解析方式は、各ソースをコンパイルした中間オブジェクトが表わすフローグラフの先頭ノードにランク値に対応する変数を与える変数付与手段と、先頭以降のノードに所定のアルゴリズムによりランク値を与える絶対ランク値付与手段と、各中間オブジェクトを一

平3-37780 (5)

括リンクする際上記変数に実行順序に対応した絶対リンク値を算出する算数手段を備えて、個々の中間オブジェクトを予め相対リンク付けするようになっているので、特定のソースのみを部分修正する場合に他のソースの中間オブジェクトのリンク解析が不要になって、実行オブジェクトを高速に生成することができる。

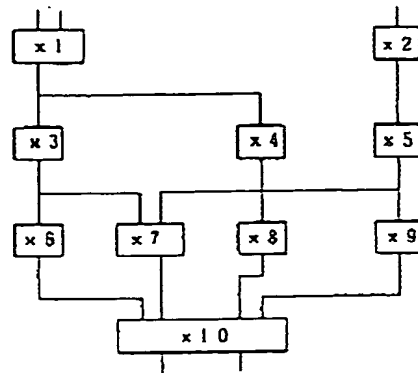
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の相対リンク解析方式の実行オブジェクト生成手順の一例を示す図、第2図は中間オブジェクトのフローグラフを示す、第3図は中間オブジェクトの各ノードの相対リンク値テーブルを示す図、第4図は上記生成手順の流れを示すフローチャート、第5図は従来の実行オブジェクト生成手順を示す図である。

- 1…ソースプログラム、
- 2…中間オブジェクトプログラム、
- 3…実行オブジェクトプログラム。

特 許 出 願 人 シャープ株式会社
代 理 人 弁 理 士 青 山 藤 ほか1名

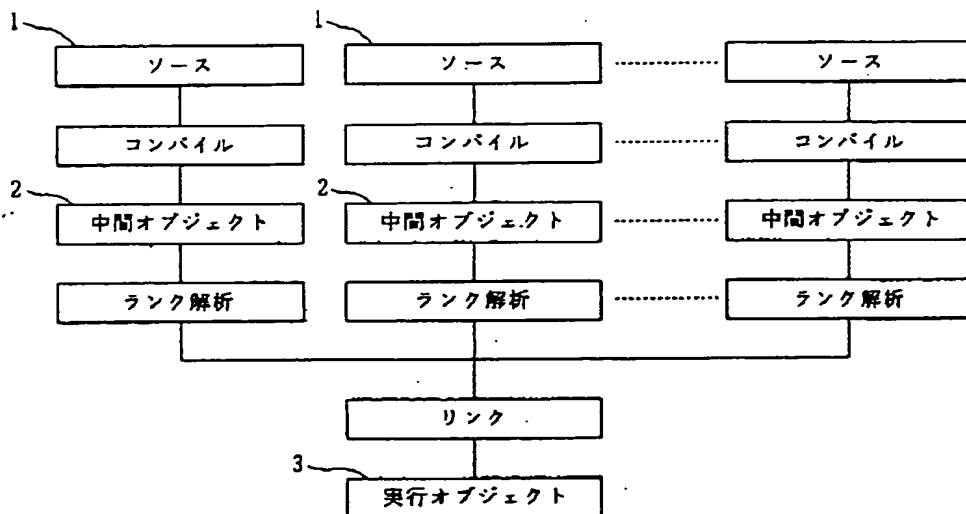
第2図



第3図

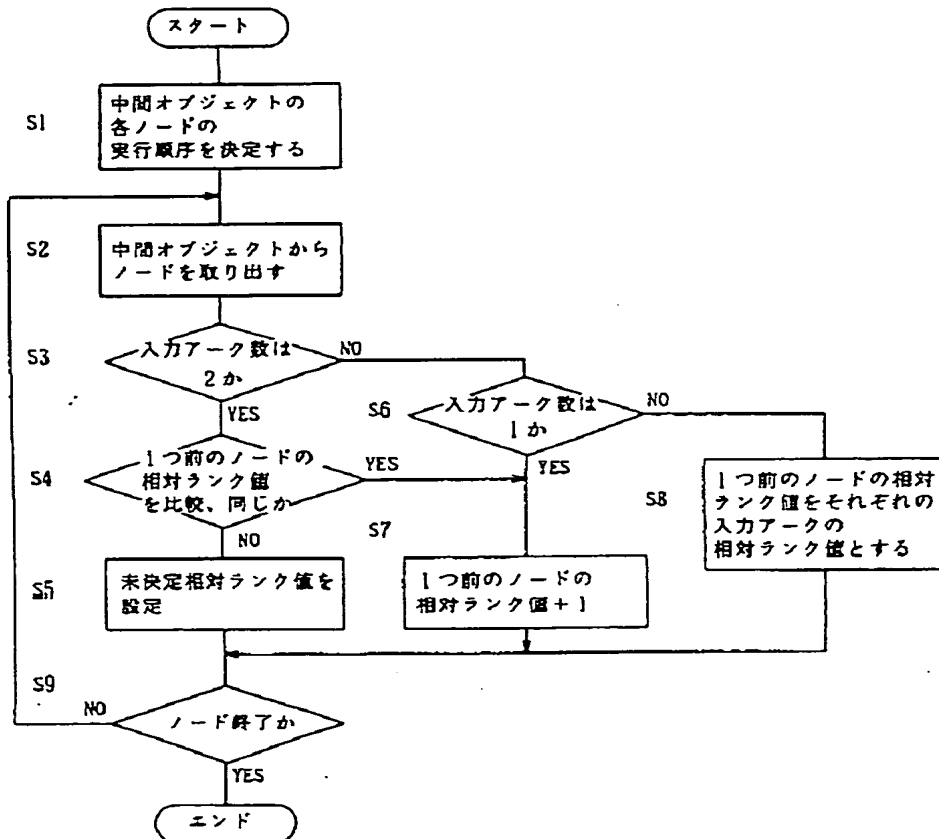
ノード	相対リンク値
x1	r3 - r1 : r2
x2	r4
x3	r3 + 1
x4	r3 + 1
x5	r4 + 1
x6	r3 + 2
x7	r5 - r3 + 1 : r4 + 1
x8	r3 + 2
x9	r4 + 2
x10	r3 + 2, r5, r3 + 2, r4 + 2

第1図



特開平3-37780 (8)

第 4 図



第 5 図

